

## 潜水観察による人工魚礁の実態について—V

垂水市沖合海域の場合

肥後 伸夫\*・吐師 弘\*\*・後藤 眞宏\*\*\*  
田畑 静夫\*・柿本 亮\*\*\*\*

On the Fish Gathering Effect of the Artificial Reefs  
ascertained by the Diving Observation—V

At the Off Sea of Tarumizu City

Nobio HIGO\*, Hiroshi HASHI\*\*, Masahiro GOTO\*\*\*,  
Shizuo TABATA\* and Makoto KAKIMOTO\*\*\*\*

### Abstract

The artificial reefs consisting of the concrete blocks and the dilapidated bodies of the used cars and so on, were set submerged, at the sea-front off Tarumizu City situated along the Kagoshima Bay. From the Autumn of 1979 to the Spring of 1980, diving observations were carried out on and around these reefs, with the following results obtained.

(1) Concerning the density of the gathering fish schools, that of the school gathering around the reefs set at the uneven sea bottom was noted to be higher than that of the school gathering around the reefs set at the even sea bottom. The density of the school gathering around the reef set at the top of the submerged cliff with a sharp incline running towards the sea bottom was quite significant.

(2) It was at the on-to-the-tide portion of the reef that such big sized fishes as *Chrysophrys major*, *Oplegnathus fasciatus* and *Mylio macrocephalus* were numerous; while such bottom fishes with high propensity for school formation as *Apogon semilineatus* and *Navodon modestus* were noted to be gathered at the off-from-the-tide portion of the reef.

(3) Although the ascertainment of the effects of the fallen ashes erupted out of the volcano, named Sakurajima, was left in future, a considerable amount of the ash-deposition was noted at the specified location.

What was different from the artificial reefs of the other districts was the fact that, at the upper surface of the reef, no attachment of *Balanomorpha* and others was to be noted.

---

\* 鹿児島大学水産学部漁具学研究室 (Laboratory of Fishing Gear, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Kagoshima, Japan)

\*\* 深海サルベージ株式会社 (Shinkai Salvage Co., Ltd)

\*\*\* 宮崎水産高等学校 (Miyazaki Fisheries High School)

\*\*\*\* 鹿児島大学水産学部練習船南星丸 (Training ship Nansei Maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University)

## 1. 緒言

鹿児島湾は南北約38哩、東西約13哩の細長い内湾で、その沿岸沖合には数多くの人工魚礁が設置されている。本報でとりあげた垂水市沖合の海域は、既報<sup>1)</sup>の鹿児島市谷山沖合の対岸に当る。多くの魚礁を擁する当海域の主な特徴は、海岸線が比較的単調である上に、急深且つ起伏の多い海岸地形をもつことと、活火山である桜島の降灰や、大規模のハマチの養殖場による影響の大きいことが懸念される点であろう。以下潜水による魚礁の観察結果を報告する。

## 2. 人工魚礁の概要と観察方法

当海域に設置されている人工魚礁は、桜島を挟んで、湾中央部の6箇所と湾奥部の3箇所である (Fig. 1)。魚礁の種類は既報<sup>1)</sup>と同様に多く、その内訳は、コンクリートブロック890個、廃車44台、パイプ25基、沈船12隻等となっている (Table 1)。設置は昭和49年より始まっているが、そのほとんどが経過年数1~2年のものである。潜水観察は、昭和54年11月23日より昭和55年3月3日に至る期間、Table 1の\*印の6箇所の魚礁について実施した。なお

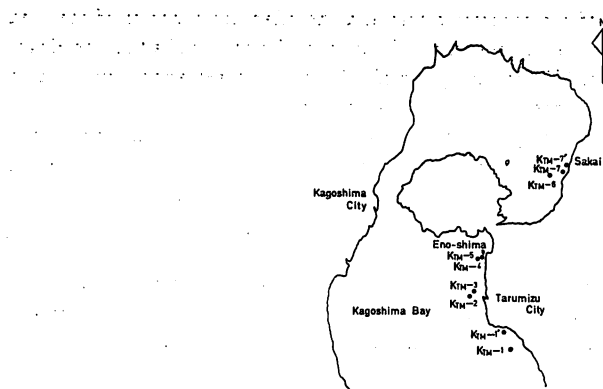


Fig. 1. Showing the researching points of the artificial reefs at the off sea of Tarumizu City.

Table 1. Showing the state of artificial reefs at the off sea of Tarumizu City.

Reef	Material	Number	Size (m)	Setting year	Setting depth (m)
K <sub>TM</sub> -1*	Tree & Stone	—	—	—	40
	Concrete block	121	1.5×1.5×1.5	Jul. '78	40
	Pipe	3	—	Nov. '79	40
K <sub>TM</sub> -1'	Tree & Stone	—	—	'75	—
	Boat	6	—	Sep. '78	—
	Pipe	3	—	Nov. '79	—

K <sub>TM</sub> -2*	Car	20	—	'74	43
	Concrete block	233	1.0×1.0×1.0	Feb. '76	43
	Bus	5	—	'77	43
K <sub>TM</sub> -3	Tree & Stone	—	—	'75	45
	Boat	1	—	'76	45
	Boat	5	—	'78	45
	Pipe	6	—	Nov. '79	45
K <sub>TM</sub> -4*	Car	—	—	Jan. '77	30
	Pipe	3	—	Nov. '79	30
K <sub>TM</sub> -5*	Concrete block	106	1.5×1.5×1.5	Jan. '77	38
K <sub>TM</sub> -6*	Concrete block	298	1.0×1.0×1.0	Mar. '76	40
	Pipe	10	—	Aug. '79	43
K <sub>TM</sub> -7*	Concrete	132	1.2×1.5×1.5	Sep. '77	28
	Car	9	—	Mar. '79	59
K <sub>TM</sub> -7'	Car	10	—	Mar. '79	—

本研究では音響測深儀\*と併せボトムソナー\*\*を用い、魚礁探索と魚礁の概図作製に利用した。

### 3. 魚礁の観察結果

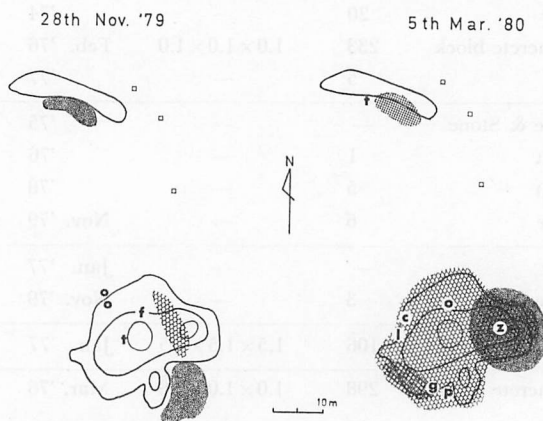
#### K<sub>TM</sub>-1 魚礁 (Fig. 2, Table 2, Plate I-A~D)

垂水市の南部沖合に位置するこの魚礁は、起伏の多い水深 40 m の場所にあり、松樹、石材、パイプと組合せたコンクリートブロック魚礁である。11月28日と3月3日の2回の潜水観察によると、その設置形態は Fig. 2 に示すように、約 30 m 離れた2つのブロック群よりなる。南側の群はブロック数80~100個、底面の最大長は約 35 m、3段積みである。北側の群はブロック数30~40個で広い範囲に広がっている。埋没は 10~20 cm、周辺の洗堀はない。浮泥状の堆積物は、一部桜島の降灰のものとみられるが、ブロックの上面で厚さ約 0.2 mm である。付着生物はブロックの上面にはみられず、その側面の全面にフジツボを、11月28日には緑藻植物を観察した (Plate I-D)。

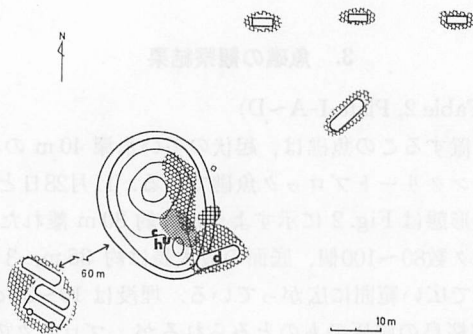
魚群の蛸集状態は、11月28日の観察では、北側のブロック群の上層にアジ群、南側のブロック群の略中央部の凹みにネブツダイ群、ブロック内に大型のイシダイおよびハタを認めた。3月5日の観察では、魚礁の全面に各魚種が蛸集しており、その尾数は11月の場合より多い。最も多く蛸集していた魚種はネブツダイで、その占位する空間は礁上約 1 m、礁の側方約 2 m であった。次にアジ、ウマヅラハギを多く認めたが、これらの魚種はほとんど潮下の3段積みの頂部から凹みにかけて蛸集していた。

\* JRC 製 MJA-171 Z 型

\*\* NEC 製 NE-70 B 型

Fig. 2. Schematic gathering condition around K<sub>TM</sub>-1 reef.

- |                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| ●: <i>Navodon modestus</i>         | ●: <i>Trachurus japonicus</i>         |
| ⊗: <i>Apogon semilineatus</i>      | ⊗: <i>Plectorhynchus pictus</i>       |
| c: <i>Epinephelus chlorostigma</i> | f: <i>Epinephelus septemfasciatus</i> |
| g: <i>Goniistius zonatus</i>       | l: <i>Lutjanus russelli</i>           |
| o: <i>Oplegnathus fasciatus</i>    | p: <i>Pseudupeneus chrysopleuron</i>  |
| t: <i>Tauius tumifrons</i>         | z: <i>Zeus japonicus</i>              |

Fig. 3. Schematic gathering condition around K<sub>TM</sub>-2 reef.

- |                                    |                                   |                                |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| ●: <i>Navodon modestus</i>         | ⊗: <i>Plectorhynchus pictus</i>   | ⊗: <i>Apogon semilineatus</i>  |
| c: <i>Epinephelus chlorostigma</i> | d: <i>Dactyloptena orientalis</i> | h: <i>Heniochus acuminatus</i> |
| u: <i>Oplegnathus punctatus</i>    |                                   |                                |

### K<sub>TM</sub>-2 魚礁 (Fig. 3, Table 2, Plate I-E~H)

垂水港口沖合水深 43 m の平坦な海底に、昭和49年から5年間にかけ設置された魚礁で、コンクリートブロック233個とバス4台を含む廃車25台よりなる。ブロック魚礁は Fig. 3 に示すように1山型、5段積みである。バスはブロック魚礁によりかかる1台と、その北北西方約 60 m の3台（うち1台は横転）、北東方約 30 m の1台とかなり広範囲に散らばる。ブロック魚礁はほとんど損傷はなく、埋没は 10~15 cm である。バスは経過年数が3年であ

るがためか鉄板の腐蝕はさほど進行していない。魚礁上の浮泥状の堆積物はかなりの量である。

11月28日の観察による魚群の蜷集状態は、ブロック魚礁のバスの付近にネンブツダイとウマヅラハギの群、凹みの部分にハウセキハタ、コショウダイ、インガキダイ等を認めた。これらの魚群の占位する空間の高さはブロックの3段積みの付近迄、高さにして海底から約3 mで、それより上層には底魚はみられなかった。

#### K<sub>TM</sub>-4 魚礁 (Fig. 4, Table 2, Plate II-A~D)

江ノ島の南方約 300 m の水深 30 m に設置されたこの魚礁は、小型車 5 台、沈船 1 隻およびパイプ群よりなる。Fig. 4 に示すように、かなり広範囲に広がっている。北東方には長さ約 20 m の捨石群がある。小型車は損傷がはげしく、かなりの量の泥状の堆積物でおおわれている。

11月28日の観察による魚群の蜷集状態は、車を中心として、その上方にアジ群、周辺にネンブツダイ群、内部にハウセキハタ、約 10 m 離れた海底上に広範囲にわたるキス群を認めた。

#### K<sub>TM</sub>-5 魚礁 (Fig. 5, Table 2, Plate II-E~H)

江ノ島の南南西方約 300 m の水深 38 m に設置されているコンクリートブロック魚礁で、ブロック数106個、経過年数3年である。魚礁の形態は Fig. 5 に示すように4段積みの1山型で、底面は略円形、最大長約 35 m である。頂部の高さは約 5 m で、Fig. 8 の音響測深儀の記録でも明らかに4段積みとわかる。ブロックの上部には相当量の浮泥状の堆積物があり、その厚さは 0.5 m 以上で、当海域の魚礁では量が最も多い。埋没は 30~40 cm とかなり進行しているが、周辺に洗堀はみられない。付着生物は大型のフジツボのみで、ブロックの側面をおおい付着していた。

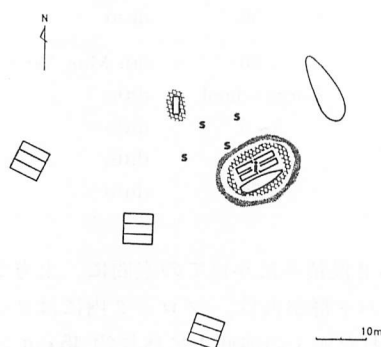


Fig. 4. Schematic gathering condition around K<sub>TM</sub>-4 reef.

- |          |                               |
|----------|-------------------------------|
| ≡: Pipe  | ⊗: <i>Apogon semilineatus</i> |
| ◡: Boat  | ●: <i>Trachurus japonicus</i> |
| ○: Stone | i: <i>Nippon spinosus</i>     |
| □: Car   | s: <i>Sillago sihama</i>      |

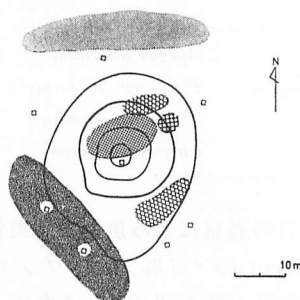


Fig. 5. Schematic gathering condition around K<sub>TM</sub>-5 reef.

- |                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| ⊗: <i>Navodon modestus</i>      | ●: <i>Chrysophrys major</i>   |
| ●: <i>Trachurus japonicus</i>   | ⊗: <i>Apogon semilineatus</i> |
| ⊞: <i>Plectorhynchus pictus</i> |                               |

Table 2. The gathering fishes on the each artificial reef at the off sea of Tarumizu City.

Reef	The gathering fishes	Fork length (cm)	Number	Date
K <sub>TM</sub> -1	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	30~35	5	28th Nov. '79
	<i>Trachurus japonicus</i>	4	>50	ditto
	<i>Apogon semilineatus</i>	5	Large school	ditto
	<i>Taia tumifrons</i>	3~4	20~30	ditto
	<i>Epinephela septemfasciatus</i>	20~30 (kg)	5	ditto
K <sub>TM</sub> -1	<i>Lutjanus russelli</i>	15~20	4~5	3rd Mar. '80
	<i>Epinephelus chlorostigma</i>	40	5	ditto
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	30	4	ditto
	<i>Navodon modestus</i>	20	>50	ditto
	<i>Zeus japonicus</i>	30	1	ditto
	<i>Trachurus japonicus</i>	4~5	>50	ditto
	<i>Goniistius zonatus</i>	20	2	ditto
	<i>Pseudupeneus chrysopleuron</i>	20	3	ditto
	<i>Plectorhynchus pictus</i>	35	1	ditto
	<i>Taia tumifrons</i>	3~4	4~5	ditto
K <sub>TM</sub> -2	<i>Apogon semilineatus</i>	5	Large school	28 th Nov. '79
	<i>Dactyloptena orientalis</i>	25	1	ditto
	<i>Navodon modestus</i>	20	>50	ditto
	<i>Plectorhynchus pictus</i>	40	1	ditto
	<i>Epinephelus chlorostigma</i>	35	1	ditto
	<i>Heniochus acuminatus</i>	15	3	ditto
	<i>Oplegnathus punctatus</i>	15	5~10	ditto
K <sub>TM</sub> -4	<i>Trachurus japonicus</i>	25	>50	28th Nov. '79
	<i>Nippon spinosus</i>	1.5~2.5 (kg)	4	ditto
	<i>Sillago sihama</i>	20	>50	ditto
K <sub>TM</sub> -5	<i>Navodon modestus</i>	25	>50	5th Mar. '80
	<i>Apogon semilineatus</i>	5	Large school	ditto
	<i>Plectorhynchus pictus</i>	35~40	5~6	ditto
	<i>Trachurus japonicus</i>	25	>50	ditto
	<i>Chrysophrys major</i>	45	>50	ditto

3月5日の観察による魚群の蜆集状態は、頂部から2段積みにかけての空間に、上方から体長約25cmのアジ群、ネンブツダイ群、ウマヅラハギ群が占位、ブロック内にはコショウダイ、カサゴ等を認めた。また礁より10~20m離れた潮上の海底上に体長約45cmのマダイが50~60尾群泳していた。観察時の潮流は南流約5cm/secであったが、Fig. 5に示すように、これらの多くの魚種は礁の潮上部分に占位していた。

#### K<sub>TM</sub>-6 魚礁 (Fig. 6, Table 3, Plate III-A~D)

この魚礁は、湾奥部の起伏の甚しい境港沖に昭和51年設置されたもので、1m角のコンク

リートブロック298個よりなる。魚礁は水深40~43 mのかんりの水深差のある傾斜地にあり、底面の最大長35 mで、高さ2.5 m, 2 m, 1.5 mの頂部をもつ。埋没は10 cm程度で洗堀はみられない。泥状の堆積物はブロックの上面にのみ認められるが、その量は江ノ島付近のK<sub>TM</sub>-4, 4魚礁より少ない。付着生物はブロックの上面にはみられず、側面をおおう小型のフジツボのみである。なお付近の海底にヤギ類を認めた。底質は砂礫である。

2月29日の観察による魚群の蜆集状態は、魚種および魚群量ともに豊富である。ネンブツダイは頂部付近に多く、その高さは5~6 mにも及ぶ。潮上みに当る凹みにはウマヅラハギの大群が高さ2 mの空間まで占位しその群の中にコショウダイを認めた。ブロック内にはコショウダイ、イシダイ、マダイ、イサキ等を認めたが、マダイはK<sub>TM</sub>-5魚礁のものより小型で尾数も少ない。イサキは大型魚であるが、小群のためかブロック内をかなりの速さで移動していた。

#### K<sub>TM</sub>-7 魚礁 (Fig. 7, Table 3, Plate III-E~H)

距岸僅か100 m足らずの急深の場所に広範囲に設置されているこの魚礁は、コンクリートブロック1.5 m角132個よりなる。最大長は50 m, その水深は最浅部28 m, 最深部53 mで水深差は25 mもある。恐らく最浅部水深28 mの場所に投入したブロックの大半が、海底傾斜が急であるため、Fig. 7に示すように、深部の方へ転落したものと考えられる。最浅部では2段積みとなっているが、約10%のブロックが半壊状態である。泥状の堆積物は厚さ約0.2 mmである。

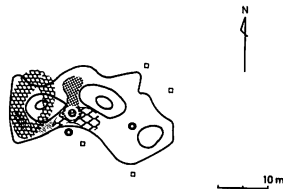


Fig. 6. Schematic gathering condition around K-TM6 reef.

- |                                 |                                      |                                 |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| ⊗: <i>Apogon semilineatus</i>   | ⊙: <i>Navodon modestus</i>           | ⊞: <i>Plectorhynchus pictus</i> |
| ⊖: <i>Chrysophrys major</i>     | ⋈: <i>Parapristipoma trilineatum</i> | e: <i>Seriola purpurascens</i>  |
| o: <i>Oplegnathus fasciatus</i> |                                      |                                 |

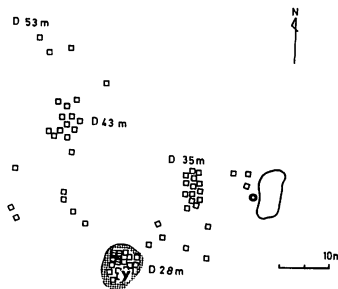


Fig. 7. Schematic gathering condition around K-TM7 reef.

- |                            |                                 |                               |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| ⊙: <i>Navodon modestus</i> | o: <i>Oplegnathus fasciatus</i> | y: <i>Mylio macrocephalus</i> |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|

Table 3. The gathering fishes on the each artificial reef at the off sea of Tarumizu City.

Reef	The gathering fishes	Fork length (cm)	Number	Date
K <sub>TM</sub> -6	<i>Apogon semilineatus</i>	5	Large school	29th Feb. '80
	<i>Navodon modestus</i>	25	>200	ditto
	<i>Plectorhynchus pictus</i>	35	4~5	ditto
	<i>Seriola purpurascens</i>	20~30	20	ditto
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	30	3	ditto
	<i>Chrysophrys major</i>	20	4	ditto
K <sub>TM</sub> -7	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	15~20	4	29th Feb. '80
	<i>Mylio macrocephalus</i>	30~40	>300	ditto
	<i>Navodon modestus</i>	25	5~6	ditto

2月29日の観察による魚群の蜃集状態は、Fig. 7, Table 3 に示すように、浅部のブロック上にイシダイ、ウマヅラハギ、クロダイの3種の群を認めた。このうちクロダイは大群をなしブロック上 2 m 迄の空間で活潑に群泳していた。しかし傾斜部分のブロックには魚群は全く認めることが出来なかった。

4. 魚礁周辺の海底地形 (Fig. 8~9)

Fig. 8 に示す音響測深儀の記録によると、ほとんどの魚礁が起伏のある海底地形のなかに

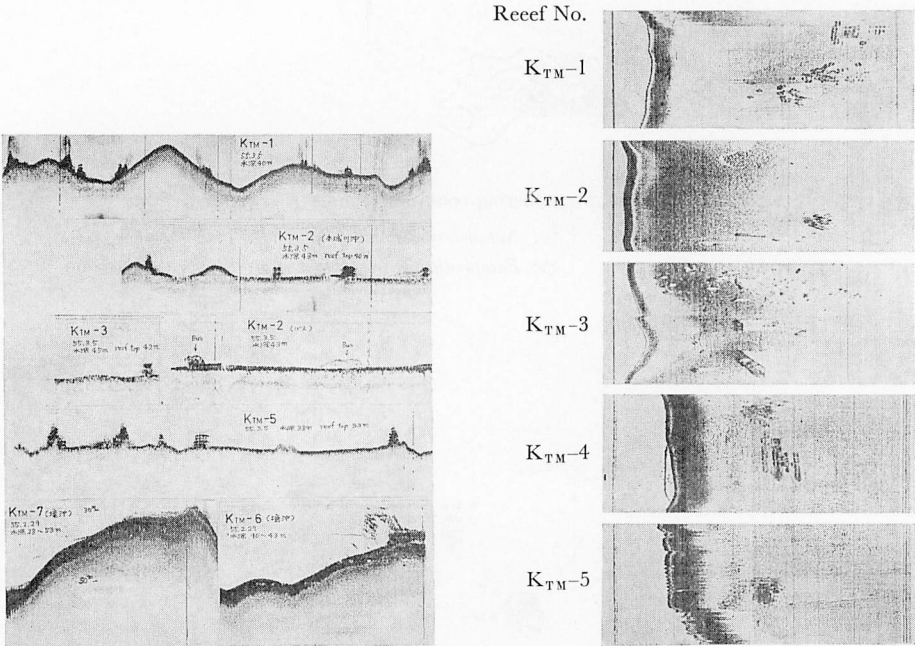


Fig. 8. Records of the Echo Sounder (JRC type) about the artificial reefs.

Fig. 9. Records of the Bottom Sonar.



設置されていることがわかる。この点は、平坦な海底、もしくは僅かな傾斜をもつ海底を利用して魚礁を設置する他海域の場合<sup>2)</sup> とかなり相違する点であり、当海域の魚礁の地理的特徴ともなっている。ボトムソナーによる測定は  $K_{TM}$ -1~5 魚礁について実施した。その結果は Fig. 9 に示すように各魚礁および天然礁の存在を明瞭に記録出来た。これらの記録結果は潜水観察から画いた魚礁の概図と略一致するようである。

## 5. 考 察

潜水観察および2種の音響測深儀の測定結果から特徴のある魚礁をあげると、Fig. 10 に示す4魚礁をあげることが出来る。起伏の多い地形に位置する  $K_{TM}$ -1 魚礁、至近の距離に約5mの深みを有する  $K_{TM}$ -5 魚礁、前面がかなり急深になっている  $K_{TM}$ -6 魚礁、浅所から急深となっている斜面上に広範囲に散在する  $K_{TM}$ -7 魚礁がそれである。これらの魚礁について魚群の蜆集状態を比較すると、潮上のブロック魚礁の頂部付近に魚群が密群を形成するという共通点がみられる。Fig. 10 をみると、潮上或いは湧昇流の生じやすいと考えられるコンクリートブロックの頂部付近に、イシダイ、コショウダイ等の定座性の大型魚を、またマダイ、クロダイのように湾内の沿岸沖合を移動する魚種を同様な場所に相当尾数認めた。大・中型魚の蜆集を促進するとみられるネンブツダイ群<sup>3)</sup> は、潮上の部分や、凹みの部分に多くみられたが、全くみられない魚礁もあった。恐らく魚礁によってこの種の適環境がなん

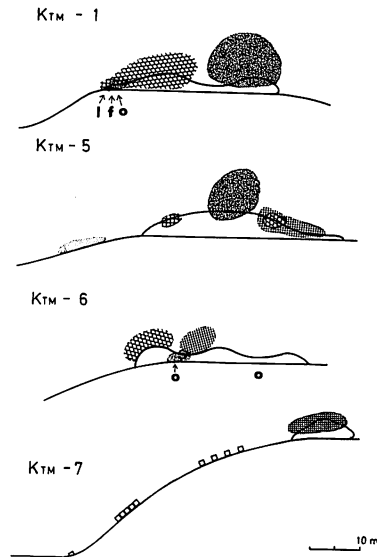


Fig. 10. Schematic gathering condition around the each reef.

- |                                      |                                      |                               |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| ●: <i>Navodon modestus</i>           | ●: <i>Trachurus japonicus</i>        | ●: <i>Chrysophrys major</i>   |
| ●: <i>Mylio macrocephalus</i>        | ■: <i>Plectorhynchus pictus</i>      | ●: <i>Apogon semilineatus</i> |
| ♂: <i>Parapristipoma trilineatum</i> | f: <i>Epinephela septemfasciatus</i> | l: <i>Lutianus russli</i>     |
| o: <i>Oplegnathus fasciatus</i>      |                                      |                               |

らかの原因により異なっているためと考えられる。

湾奥部の  $K_{TM-6,7}$  魚礁では、斜面にかかるブロック上に豊富な魚群を認めたが、この点は注目に価する。特に  $K_{TM-7}$  魚礁で観察したクロダイ群は目をみはる光景であった。しかし斜面上に散在する魚礁に魚群を認めなかったことは、斜面上に魚礁を設置することが無意味であることを示唆するものである。

魚礁周辺に堆積している浮泥および火山灰土は、魚礁の上面にフジツボ等の付着するのを阻害しているようであるが、その量は  $K_{TM4,5}$  魚礁に最も多く、次で  $K_{TM-6,7}$  魚礁が多い。

このように、当海域に設置されている魚礁は、必ずしも良好でない立地条件および漁場環境下におかれながら、多くの有用な魚種を蛸集させていることを知ることが出来た。起伏のはげしい海底および急深となっている海底に魚礁を設置した好例としてあげることが出来る。今後更に研究を進めたい。

## 6. 要 約

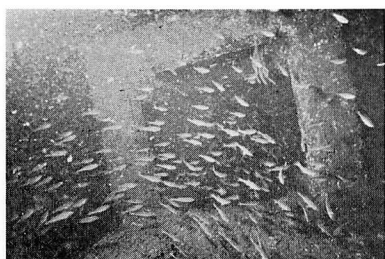
鹿児島湾に臨む垂水市の沖合に設置してあるコンクリートブロックおよび廃車等の各魚礁を、昭和54年秋から昭和55年春にかけて潜水観察した。その結果は次のようである。

- (1) 起伏の多い海底に設置された魚礁に蛸集している魚群は、平坦な海底に設置された魚礁より密度が高く、特に前面が急深となっている場合は顕著である。
- (2) 魚礁の潮上にあたる部分には、マダイ、イシダイ、クロダイ等の定座性の大型魚が多い。ネブツダイ、ウマヅラハギのような成群性の強い底魚は、魚礁の潮下の部分に多く蛸集する。
- (3) 桜島の降灰の魚礁に与える影響は明らかではないが、かなりの量の堆積物を魚礁上に認めた。魚礁の上面にフジツボ等の付着していない点は、他海域の魚礁と相違する点である。

本研究は垂水市より研究交付金を受け実施したものである。研究の実施に当って御協力をいただいた垂水市水産観光課、鹿児島水産業技術改良普及所、垂水市漁業協同組合員の各位に深くお礼申し上げる次第である。

## 文 献

- 1) 肥後伸夫・吐師 弘・田畑静夫・上水樽豊己 (1979): 潜水観察による人工魚礁の実態について—III. 鹿児島大学水産学部紀要, 28, 91~105.
- 2) 魚礁総合研究会編 (1976): 人工魚礁の理論と実際 (I). 水産増養殖叢書 26, 46~50.
- 3) 肥後伸夫・長島美知男 (1978): 潜水観察による人工魚礁の実態について—II. 鹿児島大学水産学部紀要, 27, (1).



A



E



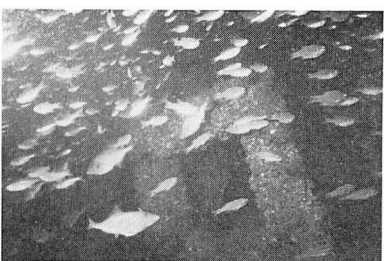
B



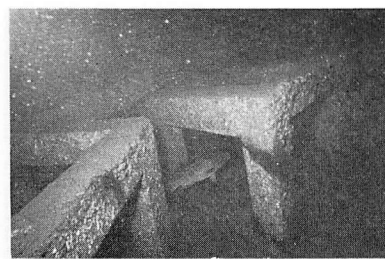
F



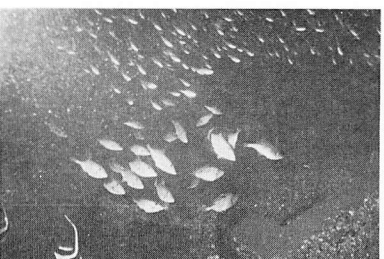
C



G



D



H

Plate I. The artificial reefs at the off sea of Tarumizu city.

A~D: K<sub>TM</sub>-1 reef    E~H: K<sub>TM</sub>-2 reef



A



E



B



F



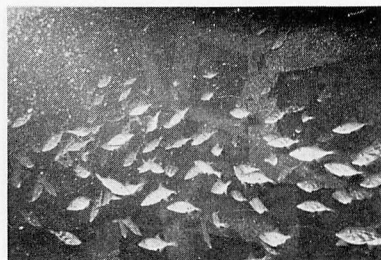
C



G



D



H

Plate II. The artificial reefs at the off sea of Eno-shima in Tarumizu city.

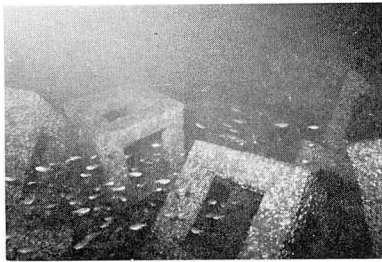
A~D: K<sub>TM</sub>-4 reef    E~H: K<sub>TM</sub>-5 reef



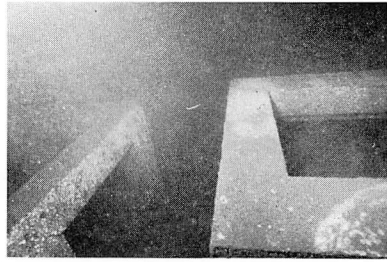
A



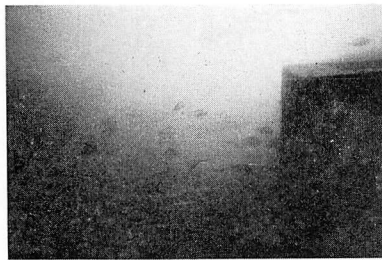
E



B



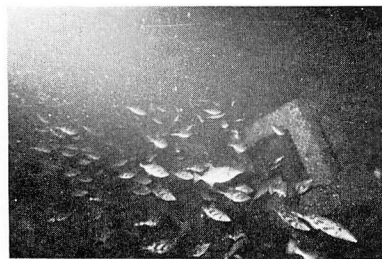
F



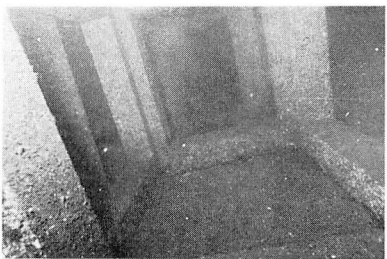
C



G



D



H

Plate III. The artificial reefs at the off sea of Tarumizu city.

A~D: K<sub>TM</sub>-6 reef    E~H: K<sub>TM</sub>-7 reef